

## Die Entwicklungsgeschichte des Corallineen-Genus Sphaerantha Heydrich.

Von

**F. Heydrich**

in Wiesbaden.

Mit Tafel 18.

Die eingehende Untersuchung einer Reihe von Kalkalgen, die ich vor einiger Zeit durch die Liberalität der Zoologischen Station zu Neapel<sup>1</sup> erhielt, erbrachte wiederum ähnliche überraschende Resultate, wie diejenigen meiner jüngsten Arbeit über *Eleutherospora*<sup>2</sup>, wesshalb es auch hier sich als nothwendig herausstellt, ein neues auf den Bau der Cultur und der geschlechtlichen sowie ungeschlechtlichen Früchte begründetes Genus aufzustellen.

In *Sporolithon*<sup>3</sup> hatte ich ein weibliches Organ gefunden, welches Auxiliarzelle und Carpogonium an einem Zellfaden terminal und neben einander vereinigt; die Auxiliarzelle bringt dann den Gonimoblasten hervor, welcher sich quirlständig entwickelt; dabei stehen männliche und weibliche Organe auf getrennten Individuen. Später gesellte sich zu *Sporolithon* als zweites gutbegrenztes Genus *Eleutherospora*<sup>4</sup>, dessen Procarp aus zwei über einander stehenden Zellen besteht, dem Carpogonium und der Auxiliarzelle, wobei die letztere direct zur Spore sich ausbildet.

<sup>1</sup> Ich erlaube mir, auch an dieser Stelle den Herren jener Anstalt meinen verbindlichsten Dank für die wiederholten Zusendungen auszusprechen.

<sup>2</sup> HEYDRICH, F., Die Lithothamnen von Helgoland. in: Wiss. Meeresunt. Komm. Wiss. Unt. D. Meere 2) 4. Bd. Abth. Helgoland 1900 pag. 63—74 Taf. 2 Fig. 1—14.

<sup>3</sup> HEYDRICH, F., Über die weiblichen Conceptakeln von *Sporolithon*. in: Bibl. Bot. 1889 Heft 49.

<sup>4</sup> HEYDRICH, F., Die Lithothamnen von Helgoland.

Wie bereits in der Untersuchung über *Elentherospora* mitgeteilt, beruht die bisherige Kenntniss des weiblichen Organs der Corallinaceen auf den Arbeiten von THURET & BORNET<sup>1</sup>, Graf zu SOLMS<sup>2</sup> und SCHMITZ<sup>3</sup>, wonach Auxiliarzelle und Carpogonium sich seitlich an der vorletzten Zelle eines Fadens befinden; beide verbinden sich zur Fusionszelle, und diese entwickelt die kettenförmigen Gonimoblasten. Jetzt konnte ich noch ein drittes Procarp beobachten, welches vollkommen getrennt die Ausbildung von Procarp und Auxiliarzelle bewirkt, dabei aber die Spermastien in kleinen kugeligen Antheridien ausbildet.

Die Diagnose des neuen Genus würde daher folgendermaßen lauten:

*Sphaeranthera* Heydrich<sup>4</sup>.

Thallus verkalkt, mittels einer Rhizoidenschicht, die nicht ins Gewebe der Wirthpflanze eindringt, angeheftet, aus vielen Zelllagen bestehend und nicht gegliedert. Tetrasporen in conceptakelähnlichen Sori. Sexualorgane in Conceptakeln. Carpogonien terminal, Auxiliarzellen interealar an verschiedenen Zellfäden, Auxiliarzelle wird zum ein- oder mehrsporigen Gonimoblast. Spermastien in kugelförmigen Antheridien ausgebildet, diese in Conceptakeln. Männliche und weibliche Früchte auf verschiedenen Individuen.

Nachdem der Genusbegriff kurz definiert ist, erscheint es vor Allem nothwendig, die erste Species nach Habitus, Vegetations- und Befruchtungsorganen genau festzulegen:

*Sphaeranthera decussata* (Solms) Heydr.<sup>5</sup>.

Im Golf von Neapel kommt nach Graf SOLMS<sup>6</sup> ein Formenkreis von Kalkalgen vor, der die überaus schwer zu trennenden Species *Lithophyllum decussatum*, *Lithothamnion ramulosum* und wohl theil-

<sup>1</sup> THURET & BORNET, Études phycologiques. Paris 1878 pag. 94 Taf. 49.

<sup>2</sup> Graf zu SOLMS, Die Corallinalgen des Golfs von Neapel. in: Fauna Flora Golf. Neapel 4. Monogr. 1881 pag. 39 Taf. 2 Fig. 12, 15, 16, 17.

<sup>3</sup> SCHMITZ, Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen. in: Sitzungsber. Acad. Berlin 1883 pag. 21. — SCHMITZ & HAUPTFLEISCH, Florideensystem pag. 306 und pag. 538 in ENGLER & PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien.

<sup>4</sup> HEYDRICH, F., Weiterer Ausbau des Corallineensystems. in: Ber. D. Bot. Ges. 1900 pag. 315.

<sup>5</sup> ibid. pag. 315 Anm. 5.

<sup>6</sup> SOLMS a. a. O. pag. 14, 19, 20.

weise *L. fusciculatum* einschließt. Bereits SOLMS klagt über die Schwierigkeit, welche mit der Bestimmung dieser Pflanzen verbunden ist, und theilt mit<sup>1</sup>, dass BORNER ihm *L. decussatum* als *L. lichenoides* bestimmt habe. Unstreitig gehört in diesen Formenkreis auch *L. ramulosum* hinein, denn bei der Erörterung dieser Pflanze bemerkt SOLMS<sup>2</sup> ausdrücklich: »Verschiedene Individuen haben verschiedenen Habitus, man glaubt eine Anzahl Arten scheiden zu können, am Ende fließt doch wieder Alles zum geschilderten proteischen Formenkreis zusammen. Bei weiterem Studium gelingt es indessen vielleicht, nach dem Fruchtbau dies Chaos in Arten zu scheiden.« Auch ich bin der Meinung, dass ohne eine genaue Kenntniss des Fruchtbaus eine sichere Unterscheidung nicht möglich ist; ja, ich gehe noch einen Schritt weiter und nehme besonders den Zellaufbau und die Zellgröße zum sicheren Verständniss zu Hilfe. Alsdann wird es möglich sein, dieses »Chaos«, wie es SOLMS sehr richtig benennt, zu ordnen, und der betrübenden Thatsache ein Ende zu machen, dass bei dem heutigen Stand der Specialwissenschaften Tausende von Exemplaren dieser Pflanze im Golf von Neapel existiren konnten, ohne genau bestimmt und scharf unterschieden werden zu können.

#### Historisches.

Bei der Betrachtung dieser Abtheilung kommt es darauf an, ob es möglich ist, nach den Beschreibungen oder Zeichnungen des betreffenden Autors mit Sicherheit die von mir weiter unten behandelte Pflanze zu erkennen. Ist dies nicht möglich, oder waltet irgend ein Zweifel ob, so tritt der nächstfolgende Autor in seine Prioritätsrechte ein. Die ältesten Nachrichten über ähnliche Algen, wie die hier behandelten, finden sich bei LINNÉ, Syst. Nat. ed. 12 vol. I pag. 1285, ferner bei LAMOUREUX, Expos. méthod. pag. 47, und schließlich bei ENDLICHER, Suppl. III, pag. 49. Doch erscheint es, wie auch ARESCHOUG<sup>3</sup> sagt, zweifellos, dass unter den Namen *Millepora coriacea* L., *Millepora decussata* Lam. und *Millepora decussata* Endl. nur *Melobesia agariciformis* oder *Lithophyllum expansum* Phil. gemeint war.

Die ersten Autoren, welche sich mit dieser Pflanze etwas ein-

<sup>1</sup> SOLMS a. a. O. pag. 15.

<sup>2</sup> ibid. pag. 19.

<sup>3</sup> ARESCHOUG in: J. AGARDII, Spec. Alg. II. pag. 517.

<sup>4</sup> HEYDRICH, F., Melobesiae. in: Ber. D. Bot. Ges. 1897 pag. 409.

gehender beschäftigten, indem sie außer der Beschreibung ein Habitusbild lieferten, waren ELLIS & SOLANDER<sup>1</sup>. Dort wird eine *Millepora decussata* angeführt, von der in der Beschreibung gesagt wird, dass sie »erect plates, or laminae, which cross one another«, habe. Besagen nun schon die Worte »erect plates«, dass *Lithothamnion decussatum* Solms hier nicht gemeint sein kann, so beweist dies klar ein Blick auf die Abbildung Taf. 23 Fig. 9. Denn niemals besitzt *Lithothamnion decussatum* Solms solche aufrechte Laminae oder Platten, vielmehr sind diese gerade dem *Lithophyllum expansum* f. *agariciformis* eigen.

Nächst SOLANDER war es dann 1837 PHILIPPI<sup>2</sup>, der ein *Lithophyllum decussatum* beschrieb. Hier sollen die Lamellen »suborbiculares, decussatae et varie congestae« sein. Zunächst erscheinen nun bei *L. decussatum* Solms niemals fast kreisförmige Lamellen, noch weniger sind sie »decussatae«, also übers Kreuz gestellt; letzteres bedeutet doch wohl nichts Anderes, als dass die Lamellen im Querschnitt senkrecht an einander stoßen. Auch giebt PHILIPPI als Synonym die oben besprochene *Millepora decussata* Ell. & Sol. an. Gleichzeitig stellt er aber auf Taf. 9 Fig. 4a bis 4e einige Zellen dar, welche die Sache völlig unklar erscheinen lassen. Die Figur 4a soll einen »senkrechten Durchschnitt« bieten. Das auf der Zeichnung Dargestellte gleicht aber eher den Zellen aus der Randpartie eines Thalluslappens von *L. lichenoïdes* (Ell. & Sol.) Heydr., als denjenigen eines *L. decussatum* Solms oder *L. expansum* f. *agariciformis*, weil das erstere thatsächlich radiäre Zellordnungen in bestimmten geführten Schnitten besitzt. Des Weiteren zeichnet PHILIPPI Fig. 4c, d, e, Reihen außerordentlich regelmäßiger Zellen, wie sie sicherlich nicht bei *L. decussatum* Solms auftreten. Leider kann in Folge dessen auch PHILIPPI nicht die Priorität zuerkannt werden.

Der nächstfolgende Schriftsteller war ARESCHOUG<sup>3</sup>, welcher 1852 eine Species *Melobesia decussata* aufstellte. Der Thallus wird als »denique soluta« bezeichnet. Dies ist aber eben so wenig bei *L. decussatum* Solms der Fall, wie es nach ARESCHOUG eine Varietät von *M. agariciformis* Pall. ist. Außerdem besitzt die SOLMS'sche Pflanze im trocknen Zustande keine weiße Farbe, noch sind die

<sup>1</sup> ELLIS & SOLANDER, The natural history of Zoophytes. 1786 pag. 131.

<sup>2</sup> PHILIPPI, Beweis, dass die Nulliporen Pflanzen sind. in: Arch. Naturg. 3. Jahrg. 1837 pag. 388.

<sup>3</sup> ARESCHOUG in: J. AGARDH, Spec. Alg. II. Theil 2 pag. 517.

Lobi« größer und vertikal; vielmehr sind eigentliche »Lobi« gar nicht vorhanden.

In richtiger Erkenntnis dieser Umstände hat deshalb auch HAUCK<sup>1</sup> die Priorität SOLMS zuerkannt und die Litteraturangaben ARESCHOU'S und PHILIPPI'S mit einem Fragezeichen versehen.

In Folge meiner Darlegungen erscheint der Begriff einer *Melobesia decussata* (Ell. & Sol.) Aresch. völlig hinfällig; es ist also auch nicht nöthig, den Namen in *Lith. Philippii* umzuändern, wie es FORLIE<sup>2</sup> gethan, da ein absolut sicherer Begriff für diese Pflanz durch SOLMS bereits gegeben war, und dieselbe, wenn ein anderer Name zu wählen wäre, *L. purpureum* Hanek<sup>3</sup>, also nach dem nächstfolgenden Autor genannt werden müsste.

Mit um so größerer Gewissheit ist aber die Priorität des nächstfolgenden Autors, des Grafen zu SOLMS<sup>4</sup> anzuerkennen, welcher vor Allem über das Wachstumsverhältnis der Pflanze zum Substrat und über die Früchte berichtete. Dies veranlasste HAUCK<sup>5</sup> 1885, seine vortreffliche Abbildung zu geben. Hier stimmen Habitus, Tetrasporangien in Sori, Antheridien und Cystocarpien in Conceptakeln Substrat, Standort — Alles überein, und somit sehe ich Graf zu SOLMS als den eigentlichen Begründer dieser Species an, wesshalb ihm und nicht ELLIS & SOLANDER, die Priorität zukommt.

Nach diesen Ausführungen könnten vielleicht weitere Mittheilungen überflüssig erscheinen, da Graf zu SOLMS und HAUCK genau Diagnosen gegeben haben; allein meine Beobachtungen über die Früchte waren so verschieden von den bisherigen Anschauungen und Auffassungen der Corallinaeeen-Gruppe, wie sie von BORNER & THURET und SOLMS begründet wurden, dass eine ausführliche Darstellung von Nutzen schien, um danach einen noch sichereren Begriff für unsere Pflanze zu gewinnen.

### Habitus.

Um ein vollständiges Bild zu geben, kann leider, so überflüssig es auch scheinen mag, die Beschreibung des Habitus nicht übergangen werden.

<sup>1</sup> HAUCK, Meeresalgen pag. 270.

<sup>2</sup> FORLIE, On some Lithothamnia. in: Norske Vid. Selsk. Skrifter Trondhjem 1897 n. 1 pag. 7.

<sup>3</sup> HAUCK, Beiträge 1878 pag. 290.

<sup>4</sup> SOLMS a. a. O. 1851 pag. 14.

<sup>5</sup> HAUCK, Meeresalgen Taf. 1 Fig. 7 pag. 270.

Die Pflanze besteht zunächst aus einer jeder Erhebung des Substrats allseitig sich anschmiegenden, kaum  $\frac{1}{4}$  mm dicken Kruste, die, anfangs etwas ausgebuchtet, nur 1 mm im Durchmesser besitzt, später aber das ganze rundliche Substrat überzieht, so dass unregelmäßig-kugelige und freiliegende höckerige Exemplare von 3—8 cm Durchmesser entstehen. Der etwas concentrisch gestreifte Rand liegt, sobald er ungehindert fortwächst, fest auf, und nur durch äußere Einflüsse ist er mitunter gezwungen, ein Stück weniger fest angeschmiegt zu sein.

Als Substrat bevorzugt die Pflanze, wie schon SOLMS hervorhebt, organische Stoffe, also abgestorbene Muschelschalen, Steinbrocken mit toten Röhrenwürmern etc. Ja selbst ein vollständig erhaltenes, 10 cm im Durchmesser fassendes Gehäuse eines Seeigels war vollkommen mit einer Schicht lebender *Sphaerantha* mit großen Tetrasporangien-Sori überzogen. Der Thallus hatte ziemlich regelmäßig knotige Erhebungen, was aber nur auf die regelmäßigen Verdickungen der Seeigelschale zurückzuführen ist. Ist das Substrat glatt, so ist auch die Alge fast eben; besteht aber dasselbe z. B. aus kleinen, theilweise aufrechtstehenden Röhren, so umhüllt die Pflanze diese völlig, indem sie mitunter einen 1—2 cm langen und  $\frac{1}{2}$  cm dicken Zweig scheinbar vorsehieht; der Bruch wird aber immer die dünne Kalkalgenkruste aufweisen.

Häufig wachsen die Krusten über einander, so dass der Bruch zwei oder drei locker über einander liegende, fast parallele Plättchen zeigt. Sterile Exemplare, sowie solche mit Tetrasporangien und Cystocarprien, haben vielfach höckerige, knotige Auswüchse, die aber, wie gesagt, nur durch das Substrat bedingt werden; dagegen bildet die männliche Pflanze häufig 1—2 mm dicke und bis 5 mm hohe Fruchtstächen, die in Abständen von etwa  $\frac{1}{2}$  cm auftreten; sehr selten aber kommt dies bei den weiblichen und ungeschlechtlichen Exemplaren vor.

Die Oberfläche ist glatt, mitunter glänzend, nicht rauh; die Färbung ist beim lebenden Exemplar ein feuriges Roth, welches bei der todten Pflanze zu einem schmutzigen Weinroth bis selten zum Weiß verblasst.

### Zellen.

Im Allgemeinen neigte man bisher bei Bestimmung eines *Lithothamnion* der Ansicht zu, dass Habitus und Früchte hierzu genühten. Allein und wieder wurden allerdings die Zellen zur Charakterisirung

der Pflanze mit herangezogen, aber meist legte man ihnen eine geringere Bedeutung bei. Es mag dies wohl von der großen Verschiedenheit herkommen, welche die Zellen ein und desselben Thallus in dessen verschiedenen Theilen besitzen. Und doch bieten vielfach die Zellen das einzige Mittel, sterile Exemplare zu bestimmen.

Unter den vielen Exemplaren des in Rede stehenden Formenkreises befanden sich eine außergewöhnlich große Anzahl sterile Pflanzen, die natürlich für die Bestimmung große Schwierigkeiten verursachen; allein nach einer Menge von Längsbrüchen und Schnitten zeigte es sich, dass in Bezug auf die Zellordnung und Größe zwei Gruppen sich gegenüberstanden. Die eine war meist mit einer coaxillären Basalschicht und ovalen Zellen versehen, die andere ohne jene Schicht und mit meist flach-rundlichen Zellen. Ersterer Gruppe gehört unsere *Sphaerantha* an, letzterer wahrscheinlich *Lithophyllum decussatum* Foslie und *Lithothamnion ramulosum* Solms, über die ich später noch berichten werde.

Wenn oben gesagt wurde, dass *Sphaerantha* nur »meist« mit einer coaxillären Schicht versehen sei, so erhellt daraus, dass Theile vorhanden sind, welche jene Schicht nicht besitzen. Im Allgemeinen aber besteht der Thallus aus einer im unteren Theil befindlichen kurzen coaxillären Schicht von 6—8 Zellen, deren Ausdehnung etwa  $8\ \mu$  in der Dicke und  $14\ \mu$  in der Länge beträgt, und die häufig bereits gelöste Membranen aufweisen. Die Schicht sendet nun in kurzen Bögen senkrechte Zellfäden aus, die aus drei ziemlich getrennten Schichten zusammengesetzt sind. Die untere Schicht besteht aus etwa 5—10 länglichen, 6 zu  $14\ \mu$  großen und mit 12—14 körnigen Chromatophoren versehenen Zellen. Die zweite Schicht besitzt 4—8 Zellen von nur etwa  $6\ \mu$  Breite und  $12\ \mu$  Länge mit 1—2 länglichen Chromatophoren; die Zellen der obersten 6—8 Reihen aber sind rundlich, haben  $6\ \mu$  im Durchmesser, einen rundlichen Chromatophor und bilden die dritte Schicht.

### Die Früchte.

Aus den vorhergehenden Mittheilungen war zu erkennen, dass der Thallus aus drei verschiedenen Zellschichten sich zusammensetzt. Es entsteht nun zunächst die Frage: in welcher Schicht wird die junge Frucht gebildet? Nach den bisherigen Beobachtungen bei anderen Species, z. B. bei *Sporolithon*<sup>1</sup>, sollte man annehmen,

<sup>1</sup> HEYDRICH, F., Die weiblichen Conceptakeln von *Sporolithon*. in: Bibl. Bot.

dass die Anlagen für die Fruchtbildung in der obersten Schicht, in der Cuticula sich befinden, da hier die Zellen unverkalkt auftreten. Indessen sei, den Ergebnissen vorausseilend, bemerkt, dass nicht in dieser, sondern in der untersten Schicht die junge Fruchtanlage zur Entstehung gelangt. Da aber, wie bekannt, die Verkalkung hier schon eingetreten ist, eine neue vegetative Entwicklung in Folge dessen nicht mehr vor sich gehen kann, so sieht sich die Pflanze genöthigt nicht nur eine, sondern drei völlig neue Schichten von derselben Art wie die ersten zum Zwecke der Fruchtbildung anzulegen. Dies ist aber ein sehr bemerkenswerthes Zeichen, nicht nur für die Beurtheilung der Fruchtbildung selbst, sondern auch für die Bestimmung im Allgemeinen.

Es geschieht nämlich sehr häufig, dass die Fruchtentwicklung sistirt wird. Dann zerfallen die großen Zellen der ersten Schicht, und es entsteht ein hohler Raum. In Folge dieser Entwicklungsweise erscheint aber die Oberfläche des Thallus vielfach mit kleinen, flachen Erhebungen übersät; man glaubt, der Thallus erhalte eine neue Zuwachsschicht und bestehe folglich aus mehreren solcher Schichten. Allein dem ist nicht so, vielmehr wird diese neue Schicht nur zum Zweck der Fruchtbildung abgegrenzt.

#### Das männliche Organ.

Es bedarf keiner Erklärung, dass man leicht äußerlich die ungeschlechtlichen Fruchtbehälter von den geschlechtlichen unterscheiden kann; schwer ist es dagegen, die männlichen von den weiblichen zu trennen. Zunächst kommen die männlichen sowie die übrigen zerstreut auf der Thallusfläche oder auf den Spitzen der kleinen Erhebungen vor. Sind die männlichen Conceptakel unbeschädigt, so besitzen sie eine scharfe, spitze Verlängerung, welche den weiblichen fehlt. Sonst kann man sie äußerlich nicht unterscheiden.

Eine weitere Eigenthümlichkeit dieser Pflanze besteht in der Verschiedenheit der Chromatophoren in den Geschlechtsindividuen; denn während weibliche und tetrasporische Exemplare in den oberen Zellen 2 oder 3 längliche Chromatophoren besitzen, erscheinen in der männlichen Pflanze 10—20 sehr kleine, fast nur punktförmige Körnchen, die sehr schwer zu definiren sind, aber immerhin ein weiteres Merkmal darbieten, um unreife Exemplare ihrer Geschlechtszugehörigkeit nach zu erkennen.

Die Entwicklung der männlichen Conceptakel ist sehr einfach.



Nachdem wie bei der Bildung aller anderen Fortpflanzungsorgane sich aus der erwähnten ersten Schicht eine Partie von etwa 50 Zellen abgegrenzt hat, wölbt sich die Conceptaculardecke in hohem Bogen über diese Zellen und über die gemeinsame Cuticula heraus, so dass die im Längsschnitt  $440 \mu$  im Durchmesser betragende Höhle zur Hälfte über, zur Hälfte unter der Cuticula liegt. Während diese Bildung vor sich geht, nehmen die 50 Zellen des Conceptakels eine vollständige Kugelform an, bis sie etwa  $40 \mu$  im Durchmesser erreichen. Das Conceptakel erscheint nur mit ungefähr 30—40 solchen Kugeln gefüllt, deren Inhalt die Spermaticen bilden.

Noch niemals wurde in der Klasse der Corallinaceen ein Antheridium beobachtet, wie es die Rhodomelaceen etc. aufweisen, und alle bisherigen Beschreibungen zeigen, wie die Antheridien durch Abschnürung aus der Conceptacularwand entstehen. Daraus ergibt sich die Berechtigung, eine Pflanze, an welcher so besondere Eigen thümlichkeiten zu beobachten sind, als besonderes Genus auszuscheiden und dieses Genus danach zu benennen.

Es bleibt nur noch übrig, die Art der Entleerung mitzutheilen. Sobald die völlige Reife eingetreten ist, platzen die sehr dünnen Membranen der Antheridien im Conceptakel durch einen beliebigen Riss auf, und zu Tausenden treten nun die ovalen, kaum  $2 \mu$  großen Spermaticen in das Conceptaculum aus und gelangen nun erst durch den sehr schmalen,  $20 \mu$  im Durchmesser betragenden Porus in das Meerwasser.

Durchschneidet man in diesem Augenblick das Conceptakel, dann erhält man dasselbe Bild, wie es SOLMS<sup>1</sup> giebt: »Auch die männliche Pflanze habe ich bloß mit veralteten in Zerstörung begriffenen Conceptaculis erhalten; dieselben sind sehr flach und unterscheiden sich von denen der *Lithopyllum expansum* dadurch, dass der Spermaticen erzeugende Discus constant außer der Bodenfläche die ganze innere Seite der überwölbenden Decke bis zum Ostiolum hin überzieht.«

Im ersten Präparat kamen mir mehrere solcher von SOLMS beschriebenen Conceptakel vor, weil ich, wie in allen ähnlichen Untersuchungen, einen Längsschnitt gemacht hatte, und nur ganz vereinzelt konnte man ein noch geschlossenes Antheridium entdecken. Nachdem ich aber ein weiteres Präparat mittels Zerfaserung durch Nadeln hergestellt hatte, zeigten sich im Schfeld fünf Conceptakel, in denen je 40—50 kugelfunde Antheridien eingeschlossen

<sup>1</sup> SOLMS, a. a. O. pag. 63.

waren, wie dies Taf. 18 Fig. 1, 2, 3 darstellt. Außerhalb der Conceptakel aber kamen mehrfach die geplatzten Bläschen mit sehr dünner Membran zum Vorschein, die eine unendliche Menge Spermastien ausstreuten, wie die Fig. 3 darstellt.

### Das weibliche Organ.

Bei Beschreibung der männlichen Conceptakel war bereits hervorgehoben, dass die äußeren Unterschiede zwischen diesen und den weiblichen Conceptakeln nur in der flacheren Porusanlage des letzteren liegen; häufiger noch als bei der männlichen Pflanze nehmen hier die Conceptakel die Thallusfläche ein, wobei man neben kaum  $300\ \mu$  im Durchmesser fassenden solehe mit  $1200\ \mu$  antrifft.

Graf zu SOLMS<sup>1</sup> sagt über die weibliche Pflanze dieser Species: »Und obwohl die Cystocarpien dieses Exemplars nicht zu vollkommener Reife gelangt, ihre spärlichen Sporen inhaltsarm und verchrumpft waren, so ließen sie doch die wesentliche Übereinstimmung ihres Baues und ihrer Entwicklung mit denen von *Lithophyllum expansum* zur Genüge erkennen. Wie dort ist der Discus conceptaculi zur Empfängniszeit eben, er trägt in der Mitte Büschel von Procarprien; die Peripherie ist mit den gleichen Organen im allerverkümmertsten und schon in Zerstörung begriffenen Zustande besetzt. Die Trichogyne zeichnen sich durch ihre Dicke und die starke kolbige Anschwellung ihrer Spitze aus. Bei weiterer Entwicklung tritt der centrale, die Fusionszelle mit ihren Sporenketten und Paranemata tragende Zapfen aus der vorher ebenen Discusfläche hervor.«

Es ist dies zweifellos Alles richtig beobachtet; und nur aus dem glücklichen Umstande, dass mir so günstiges Material vorlag, erklärt sich die Thatsache, dass ich ausführlichere Beobachtungen machen konnte. Hätte Graf SOLMS Pflanzen mit weiblichen Conceptakeln im Jugendzustande zur Verfügung gehabt, so hätte er sicherlich auch dasselbe gesehen, was ich beobachten konnte, da die Pflanze sich verhältnismäßig leicht präpariren lässt. Er würde da eben so gesehen haben, dass hier keine eigentliche »Fusionszelle« entsteht, und keine »Paranemata«, sondern nur verkümmerte Procarprien den centralen Theil des Conceptakels einnehmen.

Nachdem ich dies vorausgeschickt, darf ich wohl zur weiteren Erörterung des weiblichen Conceptakels schreiten.

<sup>1</sup> Graf zu SOLMS, a. a. O. pag. 63.

Lage des jungen Organs. Für diese Beobachtung eignen sich am besten solche Stellen, welche, durch die Lupe gesehen, große und kleine Conceptakel aufweisen. Stellen wir an solchen Punkten Längsschnitte her, so haben wir sämtliche Entwicklungsstufen der Procarpien vor uns.

In meinen beiden Arbeiten über die Entwicklung des weiblichen Organs sowohl von *Eleutherospora*<sup>1</sup> als auch von *Sporolithon*<sup>2</sup> war mit besonderer Schärfe hervorgehoben und durch Zeichnungen erklärt worden, dass die erste Anlage unmittelbar unter der Cuticula stattfindet; ja bei letztem Genus hatte ich Gelegenheit zu beobachten, dass das Procarp entweder unmittelbar aus der Cuticulazelle selbst oder aus der darunterliegenden entsteht. Der Umstand, dass das Procarp-Conceptakel niemals im allerersten Entwicklungszustand gefunden werden konnte, wohl aber die einzelnen Procarpe in demselben, lässt die Vermuthung zu, dass zwar die Entwicklung auch unmittelbar unter der Cuticulazelle beginnt — d. h. der Contact mit der Cuticula geht verloren — dass aber die weitere Entwicklung so lange sistirt wird, bis sich die Conceptakeldecke und mit ihr das Ostiolum vollständig gebildet haben; alsdann erst beginnen die Trichogyne der Procarpien zu wachsen.

Die Hauptsache für die Entwicklung von *Sphaerantha* bleibt festzustellen, dass *Eleutherospora* und *Sporolithon* sämtliche Procarpe gleichzeitig und unmittelbar unter der Cuticula anlegen, während die von *Sphaerantha* viel tiefer und nur nach und nach zur Vollendung gelangen. Dieser Gegensatz springt sofort in die Augen, wenn man die oben gemachte Bemerkung berücksichtigt, dass sämtliche Früchte von *Sphaerantha* zwischen den größeren Zellen der dritten Schicht angelegt werden, also ziemlich tief. Die Entwicklung beginnt daher, nicht wie bei den beiden vorhergenannten, auf der ganzen Reihe der procarpialen Zellen, sondern nach und nach von der Mitte aus; mit anderen Worten: die Entwicklung des weiblichen Conceptakels beginnt nicht mit der Bildung der Procarpien, sondern mit der Herstellung des Porus.

Unwillkürlich wird man geneigt sein, diese Behauptung in Zweifel zu ziehen wegen des verkalkten Thallus, indessen wird das Weitere ihre Richtigkeit zu erweisen suchen. Im Vorhergehen-

<sup>1</sup> HEYDRICH, F., Die Lithothamniën von Helgoland pag. 64.

<sup>2</sup> Ders., Über die weiblichen Conceptakel von *Sporolithon*. in: Bibl. Bot. pag. 9.

den war dargelegt, dass der sterile Thallus aus drei nach den Chromatophoren leicht zu trennenden Schichten besteht. Eben so wurde berichtet, dass die Früchte nicht, wie die der bisher beobachteten, unmittelbar unter der Cuticula zur Entwicklung gelangen, sondern viel tiefer. Da aber der verkalkte Thallus eine neue Vegetation in seinen tieferen Theilen nicht zulässt, so ist die Pflanze genöthigt, zur Bildung der Frucht auf dem primären Thallus einen secundären entstehen zu lassen. Dies geschieht in der Weise, dass eine etwa  $1\frac{1}{2}$  mm große Partie der Oberflächenzellen plötzlich zu erneutem Wachsthum angeregt wird, sich vergrößert, und so eine Zuwachsschicht entsteht, deren Basis etwa  $1\frac{1}{2}$  mm, deren Höhe etwa  $\frac{1}{2}$  mm beträgt. Diese Zuwachsschicht erhält dann nach und nach dieselben Schichten, wie der primäre Thallus: zunächst die unmittelbar auf den Cuticulazellen aufsitzende großzellige mit 10—15 Chromatophoren, dann diejenige, deren Zellen kleiner sind und höchstens 2—3 Chromatophoren aufweisen, und schließlich die letzten Cuticulazellen mit einem länglichen Chromatophor.

Sobald nun die Entwicklung des Procarps beginnt, erkennt man auf günstig geführten Längsschnitten im Centrum jener Erhöhung das jüngste Stadium der weiblichen Conceptakelbildung: 10 oder 20 Zellfäden jener drei neuen Schichten beginnen ihre Zellen zu lockern und den organischen Zusammenhang zu verlieren, so dass sie mechanisch aus dem Thallus entfernt werden. Hierdurch entsteht aber, was leicht erklärlich ist, eine kleine Röhre, auf deren Grunde eben so viele verlängerte hyaline Zellen sich bilden und nachwachsen, um den Verlust gewissermaßen zu decken. Im oberen Theil der sich bildenden Röhre findet man fast immer freie Zellen, welche niemals zusammengedrückt sind: ein Beweis für das allmähliche Entweichen derselben. Übrigens sei, dem Entwicklungsvorgang vorauseilend, noch gesagt, dass gerade dieses Zellentweichen gleichwerthig mit dem Entweichen der Sporen ist, und dass dasselbe fortwährend bis zum Wachstumsstillstand des ganzen Conceptaculums stattfindet.

Am Grunde jener Röhre und an der Basis der secundären Thalluserhebung, also gleichzeitig an Stelle der primären Cuticulazelle, bilden sich die ersten Jugendzustände der Procarpien. Sie bestehen sämmtlich aus zwei länglichen hypogynen Zellen, deren obere das Carpogonium mit langem dickem Trichogyn trägt. Das Carpogonium erscheint als scharf abgegrenzte und mit dunkelm Plasma gefüllte Zelle. Mit anderen Worten: die Entwicklung des weiblichen Conceptakels beginnt mit der Bildung von 20—30 solcher Procarpien, welche

in einer flach bogenförmigen Vertiefung stehen, so dass die äußeren ein klein wenig höher als die mittleren liegen.

Befruchtete und unbefruchtete Procarpien zu unterscheiden fällt sehr leicht, weil das Plasma der ersteren immer dunkel und dicht gefüllt erscheint, dagegen die letzteren vollkommen wasserhell und ganz durchsichtig sind.

Kurz vorher war gesagt, dass anfangs nur 20—30 Procarpe im Grunde des jungen Conceptakels angetroffen werden; aber nachdem die Entwicklung fortgeschritten ist, werden immer mehr Zellen gelockert, und die Entwicklung ergreift nunmehr weitere Kreise, so dass schließlich wohl mehrere Hundert Procarpe entstehen. Der Porus freilich öffnet sich nur bis zu einem Durchmesser von 60—70  $\mu$ , um bequemen Zellen durchzulassen. Dabei ist zu bemerken, dass die ältesten Procarpe im Centrum die längsten Trichogyne haben, deren dicke Köpfe mitunter weit über die secundäre Cuticula hinausragen. Nach der Peripherie zu werden sie immer kürzer, bis die 3 oder 4 letzten procarpialen Zellkreise, welche am weitesten vom Centrum entfernt sind, nur aus den zwei hypogynen Zellen bestehen, welche subdichotom zwei kleine ungleiche hyaline Zellchen tragen. Der Kürze halber seien diese als sterile Procarpien bezeichnet. Dann folgen die öfters erwähnten großen Zellen des secundären Thallus mit vielen körnigen Chromatophoren, die sämtliche Auxiliarzellen darstellen.

Das Carpogonium der mittleren Procarpien bleibt klein, etwa von derselben Länge wie der Durchmesser; dagegen verlängern sich die Carpogonien der seitlich gelegenen Procarpien um das Doppelte ihres Durchmessers (vgl. Taf. 18 Fig. 5, 7, 9).

Sobald sämtliche Organe ihre Ausbildung erreicht haben, ist die Conceptaculabasis eben, so dass die hypogynen Zellen in einer geraden Linie stehen.

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass die Zellen der Conceptaculabasis zwar sämtliche procarpiale Eigenschaften besitzen, sich aber auf viererlei Weise weiter entwickeln.

1) Die centralen fertilen Procarpe. Betrachten wir zunächst die Weiterentwicklung der centralen Procarpien, so finden wir, dass unmittelbar nach eingetretener Befruchtung das Carpogonium zwar abgegrenzt wird, aber unverändert bleibt; die Trichogyne werden runzlich, bleiben aber überall kenntlich und tragen meist an ihrer Spitze eine dicke kolbige oder rundliche Verbreiterung, wie sie auf Taf. 18 Fig. 5 dargestellt ist.

2) Die centralen sterilen Procarpe. Zwischen den fertilen stehen ferner häufig größere keulige hyaline Zellen, die nur aus den beiden Hypogynen und eben dieser großen wasserhellen keuligen oder birnförmigen Zelle bestehen, wie es Taf. 18 Fig. 6 darstellt. Allem Anschein nach ist hier weder Ausbildung eines Trichogyns noch Befruchtung eingetreten; sie bleiben steril und werden wie die centralen Procarpien in diesem Zustande ohne merkliche Veränderung erhalten. Irgend welche Activität scheint ihnen nicht innezuwohnen.

3) Die peripherischen fertilen Procarpe. Es ist selbstverständlich, dass nicht in jedem Conceptakel die Trennung der verschiedenen procarpialen Zustände so scharf hervortritt, wie es nach diesem Bericht den Anschein haben könnte; immerhin aber lässt sich jedes isolirte Procarp einer der erwähnten vier Gruppen zuweisen. Das Eine ist aber so recht bemerkbar: niemals kommen Procarpe der Gruppe 3 oder 4 unter denen von 1 oder 2 vor, und umgekehrt.

Verfolgen wir nun die Entwicklung weiter, so erkennen wir bei den mehr nach außen gelegenen Procarpien in ihren Theilen eine umgekehrte Entwicklung als bei den centralen. Denn während die Trichogyne der centralen Procarpe sehr lang sind (fast das Dreißigfache des Durchmessers der hyalinen Zelle), die Carpogone aber sehr kurz, erlangen bei der 3. Gruppe die Trichogyne kaum die vier- oder fünffache Länge des Durchmessers, die Carpogone dagegen werden 2—3 mal länger. Hier tritt auch eine schnelle und scharfe Abschnürung zwischen Empfängnisorgan und Eizelle ein, denn die letztere trennt nunmehr nach dem gänzlichen Verschwinden der Trichogyne oberhalb eine kleine, leicht abfallende, keulenförmige Zelle ab; das untere, breitere Ende des Carpogoniums erleidet dann keine weitere Veränderung (Taf. 18 Fig. 7, 9).

4) Die peripherischen sterilen Procarpe. Will man sich genau an das Wort halten, so verdienen die nächsten drei Zellkreise, welche auf die vorigen folgen, allerdings die Bezeichnung Procarp nicht, weil weder Trichogyn noch Carpogonium sich entwickelt; aber Lage und Stellung zwischen sexuellen Organen allererster Ordnung mögen diesen Namen rechtfertigen.

Die peripherischen sterilen Procarpe befinden sich zunächst, wie bereits angedeutet, auf einer Ebene mit dem Carpogonium, also auf der oberen hypogynen Zelle, und bestehen aus zwei kleinen subdichotomen hyalinen Zellen von verschiedener Größe, die unwill-

kürzlich den Eindruck verkümmertter Procarpien hervorrufen (Taf. 18 Fig. 8, 9).

Alle diese Erscheinungen führen uns aber dem Hauptgegenstand meiner Abhandlung zu: der Auxiliarzelle.

### Die Auxiliarzelle.

Bevor wir jedoch in diesen Betrachtungen weiter fortschreiten, müssen wir andere Entwicklungsvorgänge aufsuchen, weil mit den soeben gegebenen Mittheilungen auch dieses Conceptakel seinen Stillstand erreicht hatte. Der Schnitt zeigt, wenn er günstig geführt wurde, uns aber auch Conceptakel in anderen Entwicklungsphasen, und so erblicken wir nicht allzuweit von der eben betrachteten eine junge Anlage, in welcher unmittelbar neben den drei letzten Kreisen jener steril bleibenden procarpialen Zellen plötzlich und unvermittelt wohl mehrere Hundert große Zellen auftreten, die ich anfangs für gewöhnliche Thalluszellen hielt. Im Laufe der Beobachtungen stellte es sich aber heraus, dass dies Alles gleichwerthige Auxiliarzellen waren (vgl. Taf. 18 Fig. 9, 11).

Lässt man nunmehr seine Augen über die ganze große Conceptacularbasis schweifen (Fig. 9), so erkennt man in einem gut geführten Längsschnitt ein großes unsicher begrenztes Dreieck, dessen Basis mit einer rundlichen durchgehenden Zellreihe beginnt, worauf zwei Reihen länglicher hypogynen Zellen folgen.

Im mittleren Theil stehen dann auf der oberen hypogynen Zelle die centralen fertilen Procarpe, dazwischen einige centrale sterile, darauf folgen die peripherischen fertilen und schließlich die peripherischen sterilen procarpialen Anlagen. An diese schließen sich dann plötzlich und unvermittelt 10—12 mal größere wasserhelle Zellen an, die sich fast bis an den Porus hin erstrecken. Diese hyalinen rundlichen Zellen haben aber ihren Ursprung nicht, wie die Procarpien, auf der oberen, sondern auf der unteren hyalinen Zelle (vgl. auch hier Fig. 9 u. 10). Wir werden später sehen, dass diese um eine Zelle tiefere Lage ihren triftigen Grund hat.

Welche nun von dieser ungeheuer großen Zahl Auxiliarzellen werden befruchtet, und wie geschieht dies? Das ist die Frage.

Es ist selbstverständlich, dass man in einer mit Säure behandelten Pflanze Lebensvorgänge nicht mehr direct beobachten kann. Desshalb ist es nöthig, nach einer Reihe von Momenten zu suchen,

die, mit einander verglichen, dazu geeignet sind, den etwaigen Vorgang als Ganzes zu veranschaulichen.

Um obige Frage beantworten zu können, ist es notwendig, einen Rückblick auf die Entwicklung der peripherischen fertilen Procarpe zu werfen. Hier erkannten wir, dass diese Carpogonien nach der Befruchtung und der Abtrennung der Trichogyne einer auffälligen Theilung unterliegen. Zunächst wird der Bauchtheil von einer Querwand durchsetzt, dann schnürt sich der obere keulenförmige Theil fast vollkommen ab, so dass er bei der geringsten Berührung sich löst und als kleine Keule frei im Fruchtschleim schwimmt; ja diese Zelle geht nochmals Theilungen ein durch Abtrennung kleiner, eiförmiger Zellen von kaum  $5\mu$  Durchmesser (Fig. 7).

Die letzteren zeigen aber schon äußerlich wahrnehmbare Veränderungen. Denn während bisher das Plasma des Carpogoniums ohne jede wahrnehmbare Structur auftrat, erkennt man in den kleinen abgetrennten Zellen eine feinkörnige innere Masse, ein Merkmal, welches das sichere Wiedererkennen an anderer Stelle sehr erleichtert.

Diese andere Stelle ist aber die Auxiliarzelle, und dies zu zeigen, ist der Cardinalpunkt, worauf es mir bei meiner Arbeit am meisten ankommt.

Doch nun zurück zum ersten Erkennen der Auxiliarzellen! Hierbei erinnere ich zunächst an die drei sterilen äußersten Procarpreihen, an die daran anstoßenden großen Auxiliarzellen und zuletzt an das Entweichen der gelockerten Zellen, wie dies auf Taf. 18 Fig. 9 gezeigt ist.

Standen bisher sämmtliche procarpiale Anlagen noch horizontal in einer Ebene, so werden durch den Druck der keulenförmig sich verdickenden Carpogone jetzt die nächst den Auxiliarzellen gelagerten schräg gestellt, auf die drei sterilen peripherischen Procarpien geschoben, und diese dadurch breitgedrückt. Nunmehr stehen die keulenförmigen Ooblastenzellen nicht mehr senkrecht, sondern liegen wagerecht und in unmittelbarer Nähe der Auxiliarzellen (Fig. 9, 11, 12).

Gleichzeitig lockern sich aber die letzteren in ihrem unteren organischen Verbinde, so dass sie fast in unmittelbare organische Verbindung mit der unter ihr liegenden Ooblastenzelle gelangen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Bei dieser Gelegenheit möchte ich die Aufmerksamkeit auf das von SOLMS pag. 50 Taf. 3 Fig. 2 über *Amphiroa* Gesagte lenken, bei der der Be-



Vergleicht man hieraufhin die Figuren 11 u. 13, so erkennt man wohl leicht die zur Seite gedrückten Carpogonzellen, die darüber befindlichen befruchteten und sterilen Auxiliarzellen, das kleinkörnige Plasma derselben etc.

Eine weitere directe Beobachtung des Eintretens der größeren keuligen Ooblastenzelle in die Auxiliarzelle ist mir, wie bereits hervorgehoben, nicht möglich gewesen; indessen fand ich mehrfach die kleine eiförmige Ooblastenzelle mit dem körnigen Plasma in der Auxiliarzelle.

Der Inhalt der letzteren besteht vor dem Eintritt der Ooblastenzelle entweder aus ganz feinkörnigen, sehr kleinen Körpern, die etwa nur  $\frac{1}{6}$  der Größe der Ooblastenzellen besitzen, oder sie ist ganz leer. Es ist daher an dem veränderten Zellinhalt der Auxiliarzelle mit Leichtigkeit festzustellen, ob eine Ooblastenzelle sich darin befindet, oder nicht. Mit außerordentlicher Schnelligkeit muss nunmehr das Plasma sich vergrößern, denn ich beobachtete mehrfach Auxiliarzellen, die nach unten zu eine kleine Öffnung zeigten, wo ja wohl mit ziemlicher Sicherheit die Eintrittsstelle der Ooblastenzelle zu suchen war, deren Inneres aber schon nach oben sich verbreitert und dunkelkörniges Plasma gebildet hatte.

Ob die keulenförmige Ooblastenzelle im Ganzen Eintritt in die Auxiliarzelle erlangen kann, oder ob ausschließlich jene kleinen eiförmigen Körper zur Vollendung der Befruchtung beitragen, vermag ich mit Sicherheit nicht anzugeben; jedoch habe ich niemals eine solche keulenförmige Ooblastenzelle in der Auxiliarzelle bemerkt, sondern immer nur die kleinen eiförmigen Körper. Es ist daher mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass nur diese in die Auxiliarzelle eintreten.

Trotzdem die Darstellung dieses Geschlechtsactes auf den Resultaten zahlreicher Einzelbeobachtungen an den verschiedensten Schnitten beruht, könnte man wohl auf den berechtigten Gedanken kommen, dass diese secundäre Befruchtung nicht in dieser Weise vor sich geht, oder dass wohl gar das Carpogonium direct Sporen bildet, ohne jene großen als Auxiliarzellen bezeichneten Organe als Zwischenglied zu benutzen.

fruchtungsvorgang ähnlich wie bei *Sphaerantha* zu sein scheint. Ich hatte leider noch keine Gelegenheit, diesen Vorgang näher zu untersuchen. Sollten sich aber meine bisherigen oberflächlichen Wahrnehmungen nur irgendwie bestätigen, so behalte ich mir vor, auf Grund derselben ein neues Genus aufzustellen, da die Befruchtung ganz analog der von *Sphaerantha* zu sein scheint.

Um die Unhaltbarkeit dieser Ansicht zu beweisen, ist es wichtig, die Auxiliarzelle von ihrem Ursprung an bis zur Spore zu verfolgen. Bei Erläuterung der Conceptakelbildung war gesagt worden, dass die Auxiliarzellen sich ausschließlich in der großzelligen tieferen Thallusschicht bilden. Man musste also eine Stelle ausfindig machen, wo diese Zellen noch möglichst im Zellverband erhalten und im befruchteten und unbefruchteten Zustande neben einander zu sehen waren. Das war aber nur möglich durch einen Schnitt, der durch die Grenze zwischen Auxiliarzellen und sterilen peripherischen Procarpien ging. Nach vielen Mühen erhielt ich einen solchen, und ich erkannte mit voller Deutlichkeit, dass durch die drei Reihen steriler Procarpien, die bei der Verdickung der fertilen Procarpien zusammengedrückt werden, so viel Platz für die Ooblastenzellen geschaffen wird, dass der Eintritt in die Auxiliarzelle erfolgen kann, trotzdem dieselben noch an drei Seiten im eigenen Zellverband stehen, und von ihnen nur die untere Schließplatte beseitigt ist. Es fanden sich hier noch fest gefügt neben vollkommen wasserhellen, leeren, bereits solche, deren Plasma dunkel und körnig wie das der abgelösten Sporen erschien. Würde das Carpogonium direct die Spore entwickeln, so müsste man doch eine Zwischenstufe zwischen keulenförmiger Ooblastenzelle und Spore vorgefunden haben, und wenn dem so wäre, so könnte sich eine halb reife Spore niemals zwischen leeren Auxiliarzellen, die noch im Zellverbaude verharren, vorfinden (vgl. Taf. 18 Fig. 13).

Es kommt nun aber noch darauf an, zu erkennen, ob unsere Alge einen Gonimoblast erzeugt oder nicht. Wie OLMANN'S hervorgehoben hat, entsteht ein Gonimoblast durch Vereinigung der Ooblastenzelle mit einer wenn auch besonderen, so doch zunächst sterilen Thalluszelle; dass dieser Vorgang hier in ausgiebigster Weise stattfindet, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Sämmtliche befruchtete Auxiliarzellen werden daher zu Gonimoblasten. Da aber aus jeder solchen Auxiliarzelle nur eine sofort freie Spore sich entwickelt, so erzeugt bei *Sphaerantha* jeder Gonimoblast seine eigene Spore, wie bei *Eleutherospora*<sup>2</sup>.

Gleichzeitig ist hiernit die Erklärung für die peripherische Lage der Sporen im Conceptakel geliefert. Denn erzeugte das Carpogonium direct den Gonimoblast, so könnte man nicht ohne Grund fragen,

<sup>1</sup> OLMANN'S, Zur Entwicklung der Florideen. in: Bot. Zeit. 1898 pag. 122.

<sup>2</sup> HEYDRICH, F., Die Lithothamnien von Helgoland pag. 72.

warum nicht auch die centralen Procarpien direct Gonimoblasten hervorbringen.

Nachdem der ganze Entwicklungsgang besprochen ist, bleibt nur noch das Entweichen und Keimen der Sporen zu beleuchten übrig. Unmittelbar nachdem sich das körnige Plasma in der Auxiliarzelle gebildet hat, verdickt es sich so außerordentlich schnell, dass es bereits an der Peripherie wie aus einzelnen Zellen gebildet erscheint, indessen immer noch von einer dicken Membran begrenzt ist. Nach und nach wird diese dünner, oder sie muss sich durch das vermehrte Wachstum des Innern nach allen Richtungen ausdehnen und löst sich schließlich ganz auf.

Dies ist der Augenblick, wo sich die nunmehr zur Spore erhobene Auxiliarzelle aus dem fast paremphytischen Zellverbände löst und frei vom Fruchtschleim getragen wird. Während dieser Zeit wachsen einzelne Ausbuchtungen aus der Masse des dichten Plasmas hervor und vollbringen so den ersten Keimprocess, ähnlich wie bei der Spore von *Eleutherospora*<sup>1</sup>.

Erst nachdem dies geschehen, wird die keimende Spore durch den Porus in das Meerwasser befördert, wo sie sich sofort festsetzt und ein neues Leben beginnt.

Zuletzt sei noch kurz die gewölbte Conceptakelbasis mit ihren Procarpien erwähnt. Es wurde darauf hingewiesen, dass dieselbe anfangs etwas vertieft sei, was durch die verschiedene Entwicklung der Procarpien hervorgerufen wurde. Später zeigte es sich, dass dieselben in einer Ebene standen, und zuletzt auf einer Erhöhung. Die letzteren Phasen werden aber lediglich durch das seitliche Eindringen der letzten drei sterilen Procarpienkreise und die von Natur aus tiefer liegenden Auxiliarzellen hervorgebracht, die nach ihrem Austritt eine rinnenförmige Vertiefung um die Procarpien zurücklassen. Hierdurch konnte der Glaube an das Emporwachsen der Conceptacularbasis erweckt werden. Ein Conceptakel entwickelt etwa 30 Sporen.

#### Die Tetrasporangien<sup>2</sup>. Taf. 18 Fig. 16—28.

Die habituellen Eigenthümlichkeiten der Exemplare mit Tetrasporangien sind gegenüber der weiblichen Pflanze sehr gering. Hier

<sup>1</sup> HEYDRICH, F., Die Lithothamnien von Helgoland, Taf. 2 Fig. 13.

<sup>2</sup> Ders., Die Befruchtung der Tetrasporangien von *Polysiphonia* Grev., *Choreonema* Schmitz, *Chaetolithon* Fos., *Epilithon* Heydr., *Lithothamnion* (Phil.)

wie dort nehmen die Früchte mehr die größeren, flachen Theile des Thallus ein, und nur selten trifft man Sori auf den kleinen sich nicht häufig vorfindenden Erhebungen. In diesem Falle nehmen sie, wie bei den männlichen Pflanzen, allerdings die Spitze ein. Äußerlich sind es oben abgeflachte, 0,5—1 mm große Würzchen, die wenig über die Oberfläche hervorragen. Im Längsbruch erscheint die Reihe der 18—20 Pori über der Cuticula. Die Ebene, in welcher die Cuticula liegt, würde also mitten durch die Porushöhle gehen, deren Gewebe niemals gänzlich zerstört wird. Die Tetrasporangien sind sehr groß, tonnenförmig, 120  $\mu$  breit und 200  $\mu$  lang. Dies sind im Allgemeinen die habituellen Eigenthümlichkeiten.

Was mich aber zu einer näheren Untersuchung der Tetrasporangien veranlasste, war der Umstand, dass bei der verhältnismäßigen Größe dieser Früchte die Möglichkeit geboten ist, ihre Entwicklung in ihren einzelnen Stadien genau zu beobachten.

Wie bereits bei der Schilderung des weiblichen Fruchthalters hervorgehoben wurde, bildet die Pflanze vor Anlage der jungen Frucht ein Stück secundären Thallus auf der primären Rindenschicht. Untersucht man daher einen jüngeren, kräftig in der Entwicklung stehenden Thallus, so wird man anfangs, gerade so wie bei der weiblichen Anlage, zu unterst eine große Menge wasserheller Zellen erkennen, auf welche wenige Reihen kleiner Zellen mit zwei länglichen Chromatophoren folgen, die ihrerseits 6—8 rundliche Oberflächenzellen mit großem, rundlichem Chromatophor tragen (Taf. 18 Fig. 15).

Jene unteren, großen hyalinen Zellen nehmen hier einen weit aus größeren Theil des Thalluszuwachses ein, als es bei der weiblichen Pflanze der Fall ist. Die zweite Reihe mit den länglichen Chromatophoren ist dagegen bedeutend geringer ausgedehnt, die Rindenschicht vielleicht gleich.

Die Einschlüsse der großen Zellen sind sehr gering; sie beschränken sich meist auf wenige, d. h. 1—3 Chromatophoren.

Sobald die Pflanze beabsichtigt, ein Tetrasporangium anzulegen, so verlängern sich 6—8 Zellen der zweiten Schicht um das Doppelte ihrer sonstigen Länge unter gleichzeitigem Verlust der unteren Zellmembran (Fig. 15, 16); dabei wächst der längliche Chromatophor

---

Heydr., *Eleutherospora* Heydr., *Paraspora* Heydr., *Sporolithon* Heydr., *Melobesia* (Lamx.) Heydr., *Mastophora* (Dec.) Harv., *Lithophyllum* (Phil.) Heydr., *Stichospora* Heydr., *Hyperantherella* Heydr., *Perispermum* Heydr., *Amphiroa* Lam., *Cheilosporum* Dec., und *Corallina* (Tour.) Lam., im Manuscript bereits beendet.

nicht etwa mit in die Verlängerung hinein, sondern er schlüpft mit dem gesamten Protoplasma durch die untere zerstörte Membran heraus, so dass man mehrere dieser länglichen Zelleinschlüsse frei zwischen der zweiten und dritten Zellschicht, also unmittelbar über den ersten großen hyalinen Zellen, beobachten kann. Nach kurzer Zeit enthalten einige von ihnen eine dick-kommaförmige Gestalt (Fig. 16). In Rücksicht auf das Austreten des gesamten Protoplasmas möchte ich vorschlagen, diese Zelle als Protospore zu bezeichnen. Übrigens ist die Protosporengrenze nicht so genau festzustellen, da auch ab und zu in tieferen Schichten Protosporen austreten.

Gleichzeitig aber gehen in den großen hyalinen Zellen kaum merkliche, aber trotzdem tief einschneidende Veränderungen vor. Denn nachdem sämtliche dieser Zellen, die ich aus später zu erörternden Gründen als Sporangien-Kernzellen benennen möchte, sich ausgebildet haben, sind einige mittlere meist viereckig von Gestalt und besitzen einen Durchmesser von etwa 40—50  $\mu$  (Fig. 17, 18).

Ihr Inhalt, der anfänglich 10—20 rundliche Chromatophoren aufwies, ist bis auf ein oder zwei ovale Körnchen zusammengeschmolzen. Sobald nun die Pflanze in den Beginn der Fruchtentwicklung eintritt, nimmt eins jener ovalen Körnchen eine längliche Gestalt an, die noch auf beiden Seiten etwas wie zugespitzt erscheint, und begiebt sich in eine der vier Ecken, wo es sich immer mehr hineindrückt, um nach und nach vollständig aus der Zelle heraus in die Intercellularsubstanz zwischen die Membranen zu gelangen (Fig. 17—22). Dieser Vorgang tritt nicht etwa vereinzelt auf, vielmehr erkennt man in einem günstig geführten Schnitt fast überall zwischen den hyalinen Zellen, also vollkommen außerhalb der Zellmembran, diese ausgetretenen Körnchen, wie es Fig. 17—19 zu veranschaulichen sucht. Häufig wachsen die zwei Spitzen jenes Körnchens bereits innerhalb der Zelle zu längeren Fäden aus (Fig. 18), im Allgemeinen geschieht dies aber erst nach dem vollständigen Austritt. Die Gestalt dieses freien kleinen Körpers bekommt dann eine ungewöhliche Ähnlichkeit mit den Gameten der Cutleriaceen<sup>1</sup>; indessen werden die weiteren Ausführungen darzulegen versuchen, dass ein Gamet hier durchaus nicht vorliegt. Vielmehr möchte ich, da diese Zelle der eigentliche Ausgangspunkt des neuen Tetrasporangiums wird, derselben wie bereits bemerkt, die Bezeichnung Tetra-

<sup>1</sup> KJELLMAN, Cutleriaceae. in: ENGLER & PRANTL, Natürl. Pflanzenfamilien. Leipzig 1897 pag. 264 Fig. 178 E.

sporangiumkern beilegen. Für jenes ausgetretene kommaförmige Protoplasma der zweiten Schicht hatte ich oben bereits die Benennung protoplasmatische Spore oder kurzweg Protospore vorgeschlagen.

Bei der Betrachtung des Sporangiumkerns drängt sich uns die Folgerung auf: sollte dieser Kern wirklich den Ausgangspunkt des neuen Sporangiums bilden, so müsste dieser Anfang sowie die Zellen selbst an verschiedenen Stellen zwischen den Wänden der hyalinen Zellen öfters zu finden sein.

Und in der That zeigten sich überall zwischen den Zellen solche Sporangienkerne in den verschiedensten Momenten ihrer Entwicklung zerstreut, so dass sich die Möglichkeit bot, eine ununterbrochene Entwicklungsreihe vom Beginn des Kerns bis zum bereits vierfach getheilten Sporangium zu verfolgen (vgl. Fig. 17—22).

Das Wachsthum des Sporangiumkerns ist aber einigermaßen durch seinen Austritt aus der großen Zelle bedingt, da die Beweglichkeit zwischen den Zellwänden, wie sich leicht denken lässt, nur sehr gering sein kann. Immer aber tritt zunächst eine Verdickung erst dann ein, nachdem sich eine kommaförmige Protospore zum Kern gesellt hat.

Die Entwicklungsphasen sind ungefähr folgende. Zuerst sucht der sporangiale Kern nach seinem Austritt sich irgendwo an einer Zellwand festzusetzen. Gelingt ihm dies nicht, so bleibt er einfach zwischen zwei aufrechten Zellreihen unter anfänglicher Verdickung seines Centralkörpers und unter außerordentlicher Verlängerung seiner beiden Seitenfäden stehen. Diese Fäden spielen übrigens eine größere Rolle, als man von vorn herein anzunehmen geneigt ist, da sie allem Anschein nach die Verbindung zwischen dem Sporangienkern und der Protospore herstellen; dem ist ein Kern in den unteren Partien der großen Zellen sitzen geblieben, so schieben sich jene Fäden an den Zellwänden vorbei bis in die Gegend der Protospore, wie Fig. 21 und 22 darstellen. Lag aber der Kern nach seinem Austritt bereits nach oben gerichtet, so verbreitert er sich kuppenförmig und wächst bis zur Protosporengegend, mit seinen Fäden sich an einer unter ihm liegenden großen hyalinen Zelle festsetzend, wie dies Fig. 20 zeigt. Hierbei wird die kuppenförmige Spitze tellerförmig vertieft, vielleicht um die Protosporen besser aufnehmen zu können. Sobald aber der Kern dicht unter der Protosporenschicht austrat, dann verdickt er sich, ohne seine Fäden zu gebranchen (Fig. 23). Immer aber wird man, sobald der Sporangium-

kern festsetzt, sofort 2 oder 3 kleine kommaförmige Protosporen an ihm selbst finden (Fig. 21—23).

Befand sich der Kern unmittelbar unter der Protosporenschicht, wie in Fig. 23, so sieht man rechts und links je eine Protospore anliegen. Vgl. auch hier die Aufeinanderfolge der Figuren.

Diejenige Frage aber, deren Beantwortung hier am meisten interessiren dürfte, ist die, ob eine Copulation oder eine Fusion vorliegt. Es ist eine bemerkenswerthe Thatsache, dass man ziemlich lange 1—3 dick-kommaförmige Zellehen, also die Protosporen, am verdickten Sporangienkern wahrnehmen kann; ein völliges Ineinanderaufgehen beider Organe, wie etwa bei den Schwärmern der Ectocarpaceen, habe ich hier nicht beobachtet. Desshalb glaube ich, dass nur eine kleine Berührungsstelle genügt, um die beiden Körper ihrer fruchtbringenden Thätigkeit entgegenzuführen. Indessen habe ich diesen Gegenstand nicht mit völliger Sicherheit feststellen können, wesshalb ich mir ein endgültiges Urtheil noch vorbehalte.

Das Gesammtergebnis dieser Beobachtung gipfelt nun darin, dass zwei in verschiedenen Zellen entstandene Einschlüsse durch ihr Zusammentreten dem Tetrasporangium das Leben geben. Nach Berührung beider freien Zellen wächst der den Cilien gegenüberliegende Theil des Tetrasporenkerns, also der Scheitel, zwischen den großen Zellen als schmaler, Färbemittel leicht aufnehmender Faden hindurch, sich sofort in vier Abtheilungen trennend, die man leicht als den eigentlichen Beginn des jungen Tetrasporangiums zu erkennen vermag (Fig. 22).

Unmittelbar nachdem der auswachsende Tetrasporenkern, sei es nun mit seinen Fäden, oder mit seiner Kuppe in die Gegend der Protospore gelangt ist, wachsen in dem anfangs entstandenen Raum der früheren Protosporenzellen kleine Hüllfäden und schützen so das junge Tetrasporangium vor äußeren Einflüssen, indem sie gleichzeitig den kleinen Porus bilden (vgl. hierzu Fig. 14, 15 und 23).

Nummehr reift das Tetrasporangium schnell seiner Vollendung entgegen, wobei es natürlich wiederum einzelne kleine Abweichungen je nach der Lage zeigt. Im Allgemeinen schiebt sich der wachsende Sporangienkern immer als schmale Zunge zwischen den Thalluszellen hindurch, wie bereits besprochen, indem er gleichzeitig die Viertheilung des zukünftigen Tetrasporangiums annimmt, so dass bald darauf das in Fig. 26 gezeichnete Bild entsteht. Ist aber die Theilung einmal eingetreten, so vermehrt sich das Plasma so schnell,

dass das Ganze tonnenförmig anschwillt, und man die Scheidewände der vier Tetrasporen schwer erkennen kann.

Die oberste Tetraspore reift zuerst heran, die unterste zuletzt; an dieser erkennt man leicht die vollkommen freiliegende Gestalt der ganzen Anlage zwischen den großen hyalinen Zellen (Fig. 26 und 27). Auffällig bleibt der enge Porus gegenüber den fast fünf-fach dickeren Sporen.

Die Tinction, die nur sehr beschränkt ausgeführt werden konnte, ergab, dass Alann-Hämatoxylin den Zellkörper des Sporangiumkerns deutlich färbte, dagegen die hellen Wimpern nicht. Auf dieselbe Weise reagierte die Protospore. Die Einschlüsse der nebenan liegenden großen Zellen wurden nicht in Mitleidenschaft gezogen.

Verfolgt man den Sorus seitlich, da, wo die großen hyalinen Zellen mit den kleinen vegetativen wieder zusammentreffen, so findet man darin vielfach 2 oder 3 längliche Einschlüsse, die wie kleine unreife Tetrasporangien aussehen. Es erscheint dies auch durchaus nicht befremdlich, da der Weg zwischen Protospore und Sporangienkern hier immer kürzer wird, eine Berührung also um so leichter stattfinden kann. Da aber die Sorusdecke hier bereits viel zu dick ist, so kann die Entwicklung des Sporangienkerns nicht normal mehr vor sich gehen.

#### Die sterile Tetrasporangienzelle.

Bei all diesen Vorgängen wird die Entwicklung des Tetrasporangiums zwischen den hyalinen Zellen besonders auffallen, da man bisher überall das Tetrasporangium in einer geschlossenen Zelle beobachtet hat, wie z. B. ROSANOFF<sup>1</sup> von *Melobesia membranacea* und KJELLMAN<sup>2</sup> von *Lithothamnium soriferum* etc. angeben.

Es mag hier schon im Voraus erklärt werden, dass *Sphaeranthera decussata* durchaus nicht einer solchen Zelle entbehrt, aber diese bleibt steril. Es ist dies ein ganz merkwürdiger Vorgang, und seine Ursache ist mir nicht vollkommen klar geworden.

Betrachten wir hieraufhin den Längsschnitt durch einen möglichst jungen Sorus, so werden wir leicht 3 oder 4 lange schmale

<sup>1</sup> ROSANOFF, Recherches sur les Mélobésiées. Cherbourg pag. 66 Taf. 2 Fig. 13—16; Taf. 3 Fig. 1.

<sup>2</sup> KJELLMAN, The Algae of the Arctic Sea. in: Svenska Vet. Akad. Handl. 20. Bd. N. 5 1883 Taf. 1 Fig. 19; Taf. 3 Fig. 12—14; Taf. 4 Fig. 10; Taf. 5 Fig. 19; Taf. 6 Fig. 7.



Zellen zwischen den andern großen hyalinen finden, deren Ursprung unmittelbar auf einer früheren kleinen Zelle des primären Thallus zu finden ist. Diese Zelle, die mitunter 3—5mal länger sein kann als ihr Durchmesser, zieht sich ungefähr bis in die Mitte der großen hyalinen viereckigen Zellen, so dass sie leicht an ihrer Gestalt erkennbar ist (Fig. 24 u. 25).

Was aber dieser sterilen Tetrasporangiumzelle — denn eine solche ist es — besonderes Interesse verleiht, ist eine Öffnung an ihrem oberen Ende und 2 oder 3 darüber gebogene kleine Schutzfäden, die sich gerade so wie die der fertilen verhalten. Da diese Zelle meist ganz hell ist, so lässt sich ihr Inhalt leicht bestimmen. Derselbe kann dreierlei Natur sein. Im 1. Stadium enthält die Zelle nur einen flachrundlichen Kern, dessen Maße ungemein feine Granulationen aufweist. Ob wir es hier mit einem Zellkern zu thun haben, vermochte ich nicht sicher festzustellen; ich glaube es aber. Recht häufig befand sich aber ein bewimperter Sporangiumkern über dieser Zelle, wie es Fig. 24 darstellt.

Die 2. Phase dieser Zelle bestand in dem Eindringen des Sporangiumkerns, der dann, wie Fig. 25 zeigt, sich an eine Wand anlegt, während gegenüber der Kern(?) der Zelle selbst zu liegen kommt, der bereits an seiner Wandseite kleine protoplasmatische Körnchen in einer geraden Richtung gebildet hat.

Im 3. beobachteten Stadium ist sowohl der Sporangiumkern, als auch der 2. Kern verschwunden, dagegen erfüllt ein feinkörniges, sehr vereinzelt Plasma die ganze Zelle. Dann aber ist die Öffnung stets geschlossen.

Trotz eifrigen Suchens gelang es mir nirgends, ein weiter fortgeschrittenes Entwicklungsstadium aufzufinden. Diese Sterilität ist nur dann erklärbar, wenn man annimmt, dass der flache Kern ein Zellkern ist, dem nicht die Fähigkeit innewohnt, mit dem Sporangiumkern in Fusion zu treten.

Es erscheint wohl fraglos, dass dieser Vorgang, sobald außer dem Sporangiumkern noch die Protospore in die Tetrasporangiumzelle gelangt, zur Fruchtreife führt, und sicherlich wird man dies als Regel bei andern Species finden. Ob man vielleicht auch hier von dem Parasitiren eines Pilzes, wie OLTMANN<sup>1</sup> die Fusion zwischen sporogener Energide und Auxiliarzelle aufgefasst sehen möchte,

<sup>1</sup> OLTMANN, Zur Entwicklung der Florideen. in: Bot. Zeit. 1895 pag. 133.

sprechen kann, lasse ich unentschieden. Eine gewisse Ähnlichkeit scheint in der That zu bestehen.

Vergleichen wir nun das oben Gesagte mit dem, was über denselben Gegenstand von anderen Autoren veröffentlicht ist. Graf zu SOLMS<sup>1</sup> schildert die Entstehung der Tetrasporangien von *Corallina* wie folgt: »In all diesen Reihen sind die untersten 2—3 Zellen kurz und isodiametrisch, sie stehen seitlich mit einander in festem Gewebsverband, einen geschlossenen Entwicklungsboden darstellend. In wie weit die unter diesen gelegenen Elemente späterhin unter Entfernung des Kalkes vielleicht zu einer Verstärkung beitragen, bleibt dahingestellt.« Und ferner: »Die Elemente dieses Fadenbüschels sind zweierlei verschiedener Art. Wir haben da einmal einfache, langgestreckte Zellen mit oberwärts sich verschmälerndem Plasmasehlauch (die Membran ist ihrer weichen, gequollenen Beschaffenheit halber der Regel nach nicht deutlich erkennbar) und scharf umschriebenem, kugeligem, inmitten liegendem Nucleus. Die Vergleichung späterer, leicht zu gewinnender Stadien lehrt, dass aus ihnen direct durch Quertheilungen die Tetrasporen hervorgehen. Zwischen ihnen stehen dann viel längere, bis nahe unter die Mündung des Conceptaculums reichende, aus drei bis fünf ähnlichen, aber inhaltsärmeren langeylindrischen Zellen gebildete Fäden, die als Paraphysen bezeichnet werden können. Ihre einzelnen Glieder sind nur locker verbunden, neigen zum Auseinanderfallen, lösen sich meist schon bei leichter Berührung und werden an gänzlicher Zerstörung nur durch den umgebenden zähen Schleim gehindert. Sie gehen bald zu Grunde, ihre Inhaltsschläuche findet man dann noch hier und da in der Schleimmasse als lange, dünne, gekörnelte Fäden vor.«

So weit der genannte Autor. Ziehen wir nun an der Hand dieser Ausführungen eine Parallele zu *Sphaerantha*, so finden wir mehrere scharf begrenzte Punkte heraus.

Der erste betrifft die von SOLMS erwähnten »zwei bis drei Zellen kurz und isodiametrisch«. Vergleichen wir hiermit *Sphaerantha*, so müssen wir uns zunächst vergegenwärtigen, dass das zukünftige Tetrasporangium hier einzeln liegt, bei *Corallina* aber mehrere beisammen. Soll also die Parallele irgend welchen Werth haben, so dürfen wir nur eine Reihe hiervon mit unserer  $\frac{1}{2}$ Alge vergleichen. Und da finden wir, wie unsere Fig. 22 darstellt, anfangs

<sup>1</sup> Graf SOLMS. a. a. O. pag. 34.

(es ist zwar bei der unserigen schon das 2. Stadium) gleichfalls »zwei bis drei Zellen«, auf welche die Schilderung von SOLMS passt. Und in der That zeigt auch die SOLMS'sche Fig. 7, dass einige der langen, dunkeln centralen Zellen nicht aus einer Zelle, sondern aus 2 oder 3 bestehen.

Ferner hatte ich darauf hingewiesen, dass eine Frucht nur durch das Zusammenwirken zweier, aus verschiedenen Zellen herrührender Elemente zu Stande kommt. Auch SOLMS vermuthet etwas ganz Ähnliches, wenn er die Frage aufwirft, ob »die unter diesen gelegenen Elemente vielleicht zu einer Verstärkung beitragen«.

Ja, er geht in einem dritten Punkte noch weiter, indem er sagt: »die Elemente dieses Fadenbüschels sind zweierlei Art«. Hierdurch bekundet er doch ebenfalls, dass mindestens zwei verschiedene Zellen zur endgültigen Entwicklung eines Tetrasporangiums gehören.

Und zuletzt findet SOLMS sogar, dass die »Inhaltsschläuche der inhaltsärmeren cylindrischen Zellen« als lange, dünne, gekörnte Fäden hier und da in der Schleimmasse zu finden sind, ähnlich wie bei *Sphaerantha* die zerstörten Membranen der Protosporen als helle Fäden oberhalb hängen bleiben (vgl. Fig. 15 u. 23).

Ich wiederhole, dass dies Alles nur Anklänge sind; ob wirklich ähnliche Entwicklungsvorgänge stattfinden, wie bei *Sphaerantha*, dies muss erst weitere Beobachtung lehren.

Auch sonst finden sich in der Litteratur Andeutungen über ähnliche Erscheinungen. So beschreibt WRIGHT<sup>1</sup> die Anfänge der Tetrasporangien gleichfalls als aus zwei Zellen hervorgehend und bildet sie auch auf Taf. 14 Fig. 8 u. 9 ab. Ähnliches berichtet ROSENVINGE<sup>2</sup> von *Polysiphonia fastigiata* (Both.) Grev., bes. Taf. 1 u. 2 Fig. 10.

Ferner theilt HARVEY<sup>3</sup> in seiner Arbeit über *Polysiphonia fastigiata* mit, dass die Art der Entwicklung der Tetrasporangien durch die ununterbrochene Fortdauer des Protoplasmas hervorgerufen werde; in seiner Untersuchung über *Rhodochorton*<sup>4</sup> beschreibt er nur die Theilung des Tetrasporangium.

<sup>1</sup> WRIGHT, On the Siphons and Tetraspores in *Polysiphonia*. in: Trans. R. Irish Acad. Dublin Vol. 26 1879 pag. 523.

<sup>2</sup> ROSENVINGE, KOLDERUP, Études morphologiques sur les *Polysiphonia*. in: Bot. Tidsskrift 1884–85 pag. 11.

<sup>3</sup> HARVEY, GIBSON B. J., Notes on the Histology of *Polysiphonia fastigiata* (Both.) Grev. in: Journ. Bot. 1891.

<sup>4</sup> Ders., On the development of Sporangia in *Rhodochorton Bothii* Naegl. in: Journ. Linn. Soc. London Bot. Vol. 28 pag. 201.

Einen interessanten Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Tetrasporangien bringt CRAMER<sup>1</sup>, aus welchem gleichfalls zu entnehmen ist, dass das Tetrasporangium vor der Reife aus zwei rundlichen Zellen besteht; nach der Reife wird aus der oberen das Tetrasporangium, aus der unteren die geschnäbelte Rindenzelle. Allerdings bemerkt er dann weiter (pag. 8): »Ihre physiologische Bedeutung« [d. h. die physiologische Bedeutung der geschnäbelten Rindenzellen] »kann also nicht mit der Entstehung der Sporen in Beziehung gebracht werden.«

Endlich bemerkt BARTON<sup>2</sup>, dass bei *Dasya elegans* durch den protoplasmatischen Schlauch ein Mittel geliefert werde, den Ursprung der Tetrasporangien zu verfolgen. Auch hier wird von einer Schwesterzelle als Stützzelle der Tetrasporenzelle gesprochen. Also auch hier wieder treten zwei Zellen zur Erscheinung, deren eigentlicher Werth freilich nicht genauer dargelegt wird. An dieser Stelle wird auch erwähnt, dass J. G. AGARDH in Florideernes Morphologi von dem paarweisen Auftreten jener Schwesterzellen redet.

In all diesen Arbeiten kehrt die Andeutung von zwei Elementarzellen wieder, welche bei der Entstehung des Tetrasporangiums hervortreten. Ob daraus auf analoge Erscheinungen, wie bei *Sphaerantha*, zu schließen ist, entzieht sich vorläufig noch meiner Beurteilung; vielleicht ist es mir vergönnt, später über diesen Gegenstand zu berichten.

### Keimung der Tetrasporen.

Wie bereits hervorgehoben, ist das Entweichen der  $165\ \mu$  breiten und  $100\ \mu$  hohen Tetraspore gegenüber dem nur  $28-30\ \mu$  im Durchmesser fassenden Porus nicht recht erklärlich, zumal da der letztere völlig intact bleibt. In Folge dessen bleiben auch häufig die Sporen im Sorus sitzen und keimen dann an ihrem Entstehungsort. Hierbei erhält die einzelne Tetraspore eine eubische, ziemlich scharfkantigviereckige Form, die mit dichtem, körnigem Plasma sich anfüllt. Nach einiger Zeit ordnen sich diese Körnchen zu 3 oder 4 geradlinigen Reihen quer durch die Spore an, 8—10 uhrglasförmige Zell-

<sup>1</sup> CRAMER, Über *Caloglossa Leprieurii* (Mont.) Harv. in: Festschrift zum Jubiläum NAEGELI'S. Zürich 1891.

<sup>2</sup> BARTON, B. W., On the Origin and Development of the Stiebidia and Tetrasporangia of *Dasya elegans*. in: Stud. Biol. Lab. Hopkins Univ. Baltimore Vol. 5 1893 pag. 281.

membranen in jeder Reihe abtrennend, wohinein sich die Plasmakörnchen mit Begierde begeben, um sich an den Wänden anzuordnen. In der obersten Reihe erkennt man gleichzeitig, dass diese uhrglasförmigen Membranen sich bereits nach unten zu schließen beginnen und so die erste Zellreihe des neuen Individuums darstellen (vgl. Fig. 28).

#### Ähnliche Species.

Trotz aller dieser bisher erwähnten Einzelheiten ist doch die Bestimmung mit mancherlei Schwierigkeiten verknüpft, weil im Golf von Neapel mehrere Species vorkommen, die unserer Alge äußerlich und besonders auf den ersten Blick sehr gleichen. Daher macht auch SOLMS<sup>1</sup> bei Besprechung von *L. ramulosum* die bezeichnende Bemerkung: »Verschiedene Individuen haben eben so verschiedenen Habitus, man glaubt eine Anzahl Arten scheiden zu können, am Ende fließt doch Alles wieder zum geschilderten proteischen Formenkreis zusammen.«

Zunächst kommt, besonders was die männlichen Exemplare betrifft, *Paraspora fruticulosa* (Ktz.) Heydr.<sup>2</sup> in Betracht, indessen ist hier das von HAUCK<sup>3</sup> gegebene Habitusbild maßgebend, und besonders der Umstand, dass bei *Paraspora* die Zweige an der Spitze verdickt sind, was bei *Sphaerantha* nicht vorkommt.

Dann aber wird in derselben Gegend wie *Sphaerantha* eine außerordentlich ähnliche Alge gefunden, die SOLMS mit dem bereits erwähnten Namen *L. ramulosum* bezeichnete. Der Hauptunterschied besteht hier darin, dass diese Alge keine coaxilläre Basalschicht besitzt, dass die Tetrasporangien nicht auf kleinen Ästchen stehen und viel kleiner sind, als bei *Sphaerantha*. Ferner erscheint die Sorusdecke fast immer ganz weiß und steht bedeutend höher über die Cuticulazellen hervor. Die Oberfläche ist nicht so glatt, wie bei *Sphaerantha*, auch zuweilen mehr farbig; doch ist dies kein allzu-sicheres Zeichen. (Der genaue Bericht folgt später.)

Die dritte hier in Betracht kommende Art derselben Gegend ist *Lithophyllum convolutum* spec. nov.<sup>4</sup>, welche aber besonders durch

<sup>1</sup> SOLMS. a. a. O. pag. 19.

<sup>2</sup> HEYDRICH, FR., Weiterer Ausbau des Corallineensystems. in: Ber. D. Bot. Ges. 1900 pag. 315 Ann. 6.

<sup>3</sup> HAUCK, Die Meeresalgen, Taf. 5 Fig. 4.

<sup>4</sup> Vielleicht *Hyperanthella convoluta*? Bericht später.

die rauhe, wie mit rothem Mehl bestreute Oberfläche und die nicht coaxilläre Basalschicht gegenüber *Sphaerantha* gekennzeichnet ist.

Andere Species, wie *L. lichenoides*, *Lenormandi*, *circumscriptum*, *Strömfeldi*, *coalescens*, *compactum* etc. und ihre Unterscheidungsmerkmale von unserer Alge anzuführen, scheint mir ziemlich überflüssig, da Habitus, Tetrasporangien-Sori und Standort die Trennung genügend vervollständigen.

#### Diagnose der Species.

*Sphaerantha decussata* (Solms) Heydr.

Thallus krustenförmig, 0,3—0,8 mm dick, mittels coaxillärer Rhizoidenschicht das Substrat rings umziehend und den Unebenheiten desselben folgend; später durch wiederholtes Überwachsen alter Krusten unregelmäßige, rundliche, bis faustgroße, am Meeresgrunde freiliegende Knollen bildend. Ästchen selten, 1—2 mm dick und 5 mm hoch. Tetrasporangien in abgeflachten 0,5—1 mm großen Sori. Spermarien in kugelförmigen Antheridien; diese in 600—800  $\mu$  großen spitzkugelförmigen und oberflächlichen Conceptakeln. Cystocarpien in flachkugelförmigen 300—1200  $\mu$  im Durchmesser betragenden Conceptakeln. Jeder Gonimoblast entwickelt nur eine Spore.

Vorkommen: Auf meist organischem, freiliegendem Substrat im Golf von Neapel (SOLMS; Herbarium Heydrich), im Adriatischen Meer (HAUCK) und an der französischen Küste bei Banyuls, Pyrenäen (CHALON, Herbarium Heydrich).

Verbreitung: Die hier beschriebene Alge wurde mit Sicherheit bisher nur im Mittelmeergebiet festgestellt.

Wiesbaden, December 1900.

## Erklärung der Abbildungen

## auf Tafel 18.

Sämmtliche Figuren wurden nach entkalkten und in Wasser gebetteten Präparaten hergestellt. Die Nachprüfung geschah überall an in Glycerin mit Chromalaun schwach gefärbten Präparaten.

- Fig. 1. Längsschnitt durch ein männliches Conceptakel, welches noch geschlossen ist. ZEISS Oc. 4 Obj. B = 175/1.
- Fig. 2. Ein einzelnes noch geschlossenes Antheridium. ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.
- Fig. 3. Ein einzelnes, soeben geplatzt Antheridium mit den nach oben sich ausstreuenden Spermatien. ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.
- Fig. 4. Ein einzelnes Spermakorn. ZEISS Oc. 5 Obj. 1/12 Ölimmersion = 1265/1.
- Fig. 5. Ein centrales, befruchtetes, aber sich nicht mehr veränderndes Procarp. Die zwei unteren länglichen Zellen stellen die hypogynen dar, über ihnen hat sich bereits das dunkle Carpogonium abgegrenzt. Oben trägt das Trichogyn die kolbige, verdickte Empfängnis-Kuppe (vgl. hierzu Fig. 10: die Procarpe der Fig. 10 sind fast sämmtlich centrale wie in Fig. 5). ZEISS Oc. 2 Obj. D = 230/1.
- Fig. 6. Centrale sterile Procarpien. Man erkennt hier zu unterst zwei gewöhnliche rundliche Thalluszellen, welche die beiden länglichen hypogynen Zellen tragen, auf deren Spitze ohne Carpogoniumbildung die keulig verdickte, helle, sterile Procarpzelle aufsitzt. ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.
- Fig. 7. Zwei fertile peripherische Procarpien. Das rechte hat eine keulenförmige Ooblastenzelle abgegrenzt, das linke dagegen bereits zwei rundliche procarpische Kerne; auch theilt sich mehrere Male der Bauchtheil, ohne sich weiter zu verändern. (Zellfaden 1 und 2 in Fig. 9 stellt zwei soeben befruchtete Procarpien dar, die nach dem Abortiren der Trichogyne zur Fig. 7 heranwachsen.) ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.
- Fig. 8. Steriles peripherisches Procarp. Unten zwei vegetative Zellen, darauf zwei längliche hypogyne, welche zwei subdichotom sich theilende sterile procarpiale Zellen tragen. (In Fig. 9 stellen Zellfaden 3, 4, 5 solche dar. In Fig. 10 sind dieselben bereits von den hellen Auxiliarzellen eingedrückt und beseitigt.) ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.
- Fig. 9. Der peripherische Theil eines jungen weiblichen Conceptakels. Die unterste Reihe horizontal liegender rundlicher Zellen ist noch vegetativ, wie in den Figuren 6 und 8; hierauf folgt eine durchgehende Reihe länglicher Zellen, welche die unteren Hypogyne darstellen. Zellfaden 1 und 2 tragen dann noch die obere Hypogyne mit den peripherischen fertilen Procarpien, die nach Abortirung der Trichogyne die Gestalt der Fig. 7 annehmen. Zellfaden 3—5 sind sterile peripherische Procarpien, welche in Fig. 8 näher erläutert wurden. Zellfäden 6—10 tragen direct auf der unteren Hypogyne unbefruchtete

Auxiliarzellen. Über dem Faden 6 hängen frei im Fruchtschleim zwei verzweigte Zellfäden, deren untere, runde Zellen sich bereits gelockert haben und so durch den Porus hinausbefördert werden, um Platz für die Entwicklung der Auxiliarzelle zu schaffen. Die oberen, kleinen Zellen stellen die eine Seite des jungen Porus dar. ZEISS Oc. 2 Obj. D = 230/1.

- Fig. 10. Längsschnitt durch ein reifes weibliches Conceptakel. Die Mitte wird von centralen befruchteten Procarprien eingenommen; nach der Peripherie zu werden sie immer kürzer; die hellen, großen Zellen zu beiden Seiten stellen die noch unbefruchteten großen Auxiliarzellen dar. Im Fruchtschleim liegen vier freie, reife Sporen. ZEISS Oc. 4 Obj. B = 175/1.
- Fig. 11. Dasselbe wie Fig. 10. Indessen wurde nur der linke peripherische Theil eines früheren Zustandes gezeichnet. Man erkennt zu unterst noch einige rundliche vegetative und senkrecht stehende Zellen, wie in Fig. 9, dann einige zusammengedrückte Zellmembranen, auf denen aufrechte und breitgedrückte befruchtete Procarprien stehen, die mit ihren Ooblastenzellen deutlich als dunkle Keulchen recht dicht neben einander stehen. Daneben ist eine große, vierkantige, helle Auxiliarzelle soeben befruchtet worden, denn die untere Eintrittsöffnung für das Ooblastenzellchen ist noch offen, das Plasma hat sich aber sofort zu einem dicken, dunkeln, keulenförmigen Strang ausgedehnt. Die übrigen 7 hyalinen großen Zellen stellen unbefruchtete Auxiliarzellen dar, fast sämmtlich bis auf die 5 oberen leer und ohne körniges Plasma. Die keulige, freie Ooblastenzelle an der oberen großen Auxiliarzelle ist durch den Schnitt dorthin gelangt und hängt nur außen an. ZEISS Oc. 4 Obj. 12 = 950/1.
- Fig. 12. Dasselbe wie Fig. 11, nur die gegenüberliegende peripherische Seite, natürlich eines anderen, wieder weiter vorgeschrittenen Stadiums, das etwa zwischen denen von Fig. 10 und 11 liegt. Links die Ooblastenzellen, in der Mitte zwei große, reife Sporen und rechts mehrere Auxiliarzellen. In die größere, helle ist soeben ein Ooblastenkern zur Befruchtung hineingeschlüpft. ZEISS Oc. 4 Obj. 1/12 = 950/1.
- Fig. 13. Ein Längsschnitt durch die Peripherie eines reifen weiblichen Conceptakels. Der Schnitt wurde durch die Auxiliarzellen geführt, um zu zeigen, dass befruchtete und unbefruchtete neben einander noch in fest parenchymatischem Gewebsverband stehen; zugleich soll die Figur als indirecter Beweis für die Fertilität der Auxiliarzellen gelten, sowie dafür, dass die Procarprien niemals direct Sporen erzeugen. Nur skizzirt. ZEISS Oc. 4 Obj. 1/12 = 950/1.
- Fig. 14 u. 15. Längsschnitte durch zwei verschiedene Theile eines sehr jungen Tetrasporangien-Sorus.
- Fig. 14 zeigt 3 große Zellen der dritten Schicht, wie bei den weiblichen Conceptakeln, mit denen der Sorus ganz erfüllt ist; in diesen Zellen ist je ein Tetrasporenkern zu erkennen. Hieran schließen sich einige kleine Zellen der zweiten Schicht, deren Membranen bereits sich zu lockern beginnen; ihr protoplasmatischer Inhalt ist herausgetreten und bildet bereits einige kummaförmige Protosporen. Die oberen vier Zellfäden sind vegetative Oberflächenzellen. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.



- Fig. 15 zeigt die ganze Dicke des Sorus, der mit der dritten Schicht großer Zellen vollständig angefüllt ist. Zwischen dieser und der Oberflächenschicht sind einige Protosporen ausgetreten, deren leere Membranen den Beginn des Porus andeuten. Die unteren kleinen Zellen stellen gewöhnliche vegetative Zellen dar. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.
- Fig. 16. Eine freie, kommaförmige Protospore. ZEISS Oc. 5 Obj. 1/12 = 1265/1.
- Fig. 17. Ein noch in der hyalinen Zelle eingeschlossener Tetrasporenkern, soeben zwei Wimpern bildend. ZEISS Oc. 5 Obj. 1/12 = 1265/1.
- Fig. 18. Ein soeben aus der Membran heraustretender Tetrasporenkern mit langen Wimpern. ZEISS Oc. 5 Obj. 1/12 = 1265/1.
- Fig. 19. Ein freier zwischen den hyalinen Zellen sich befindender Tetrasporenkern mit Wimpern. Zwischen den Wimpern desselben lag ein helleres Zellchen; ob dies eine Protospore war oder nicht, konnte leider nicht mit Sicherheit erkannt werden. ZEISS Oc. 5 Obj. 1/12 = 1265/1.
- Fig. 20. Der bereits oben verdickte Tetrasporenkern ist aus der hyalinen Zelle gänzlich herausgebrochen, oder er hat sich an diese mit seinen Wimpern außen festgesetzt und wächst nach oben. In der Nähe eine Protospore. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 305/1.
- Fig. 21. Umgekehrte Entwicklung wie bei Fig. 20. Der Tetrasporangienkern hat sich mit seinen Wimpern an einer hyalinen Zelle festgesetzt und wächst nach oben. Eine Protospore hat sich an ihn angelegt. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.
- Fig. 22. Der Tetrasporangienkern in einem weiteren Stadium. Nach oben sendet er mehrere Wimpern, nach unten hat er sich bereits in vier schmale, dünne, sehr junge Tetrasporen geteilt. Zu beiden Seiten liegen ihm zwei Protosporen an. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.
- Fig. 23. Weiteres Stadium. Der bereits stark verdickte Tetrasporenkern konnte nicht, wie in Fig. 22, sich nach unten verlängern, weil eine leere hyaline Zelle davorlag. Er bleibt deshalb kurz. Nach oben liegen 6—8 geleerte Membranen, die erste Phase des jungen Porus darstellend; über diesen mehrere vegetative Oberflächenzellen. ZEISS Oc. 4 Obj. 1/12 = 950/1.
- Fig. 24 stellt eine sterile verlängerte Tetrasporangiumzelle dar, in der jedenfalls bei anderen Lithothamnion-Species das Tetrasporangium zur Reife gelangt. Hier aber bleibt sie steril. Im Inneren sieht man den Zellkern (?), die Zelle ist oben geöffnet, um den soeben eintretenden Tetrasporenkern einzulassen. Zu beiden Seiten zwischen den großen Zellen befinden sich Zellkerne (?) und Tetrasporenkerne. Drei von ihnen auf der linken Seite sind bereits ausgetreten. Über der Sporangiumzelle ordnen sich bereits die Oberflächenzellen zum Porus. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.
- Fig. 25. Nächstes Stadium von Fig. 24. Eine verlängerte sterile Tetrasporangiumzelle, in die soeben links ein Tetrasporenkern eingedrungen ist. Rechts liegt der Zellkern (?). Von beiden strömt feinkörniges Plasma aus. ZEISS Oc. 4 Obj. 1/12 = 950/1.
- Fig. 26. Fast reifes Tetrasporangium und nächstes Stadium nach dem in Fig. 22 und 23 dargestellten. Vergleicht man Fig. 26 mit Fig. 22, so ist ein weiterer Commentar überflüssig. Drei scharf zugespitzte Zellreihen beginnen oberhalb den Porus zu bilden. ZEISS Oc. 2 Obj. 1/12 = 505/1.

Fig. 27. Ein reifes Tetrasporangium von der Seite eines Sorus. Die unteren kleinen Zellen stellen die Begrenzung des Sorus dar; oberhalb ist der Porus deutlich als Röhrechen ausgebildet; zu beiden Seiten desselben vegetative Oberflächenzellen. Nur skizzirt. ZEISS Oc. 4 Obj. D = 435/1.

Fig. 28. Ein freies, mittels Nadeln aus dem Sorus herauspräparirtes Tetrasporangium. Die drei oberen Tetrasporangien sind nur skizzirt angegeben, dagegen zeigt das untere den vollen Keimprocess. Man erkennt deutlich die bereits in 6—7 Reihen angeordneten vegetativen, mit körnigem Plasma angefüllten Zellen. ZEISS Oc. 4 Obj. 1/12 = 950 l.